

Секция 4. Инновации в образовании

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПЛАВКИ МАГНЕЗИТА

П.Д. Лебедев, Е.Э. Страшинин, А.В. Малов

E-mail: droujinina@mail.ru

*Уральский государственный технический университет–УПИ
г. Екатеринбург*

В ходе образовательного процесса была поставлена задача: в рамках инновационной деятельности на металлургическом заводе провести автоматизацию процесса плавки. Требовалось создать программную модель объекта управления и произвести проверку имевшейся программы, а при необходимости и коррекцию алгоритмов управления: подъём электродов, засыпка шихты и подача напряжения. Для реализации алгоритма следовало использовать контроллер Quantum (программируемый с помощью пакета Concept), а для удобного наблюдения за работой модели использовать пакет InTouch. Математические модели изучались также в среде MATLAB.

Автоматизации подлежал процесс плавки периклаза в руднотермической электродуговой печи ОКБ-955Н цеха магнезильного порошка ЦМП4. Это печь с выкатной ванной, в которой осуществляется плавка на блок. Перед началом плавки в ванне выкладывается коксовый треугольник, затем на него опускаются электроды, включается напряжение и производится розжиг. После розжигания дуги начинается засыпка шихты (оксида магния). По окончании плавки ванна выкатывается, начинается процесс остывания блока, а в печь подаётся очередная ванна для плавки следующего блока.

Подсистема управления перемещением электродов состоит из трех идентичных контуров управления отдельными электродами. Управление может вестись со стабилизацией тока в электродах или с заданным законом перемещения электродов во времени. В связи с этим каждый из контуров предназначен для стабилизации величины тока электрода с удержанием токовой ошибки в пределах малой (антишумовой) “трубки” или стабилизации темпа перемещения электрода с одновременным удержанием токовой ошибки в пределах большой (технологической) “трубки”. Уставки по току или темпу и токовые “трубки” задаются оператором или в соответствии с информацией - из карты плавки. Режим стабилизации тока проще реализовать, но при нём из-за шумов двигатель часто включается и вынужден иногда работать на реверс. Режим стабилизации темпа подъёма электродов обеспечивает плавную работу двигателя, но в нём требуется отдельный блок для коррекции скорости по ходу работы, если значения тока будут явно неприемлемыми.

Подсистемы управления загрузкой шихты и управления переключением схемы обмоток и ступеней трансформатора работают значительно проще, от

них требуется только организовать вовремя засыпку нужного количества руды из бункера (для её отмера имеются датчики массы) и подачу нужного уровня напряжения при разных энергозатратах на плавку соответственно. Это осуществляется строго по составленной технологами карте плавки.

В начале были созданы секции проекта, имитирующие процесс плавки. Они позволили исследовать алгоритмы управления подъёмом электродов с позиций устойчивости, обеспечения постоянства тока и температуры и качества переходных процессов. Были определены оптимальные настройки ПИ-регуляторов и необходимые ограничения на скорость изменения входных воздействий, прежде всего уставки по току и величины зоны нечувствительности по току. Потребовались серьёзные знания теории автоматического управления для составления сначала непрерывных передаточных функций, а затем перехода от них к импульсным, и учёта имеющихся в системе нелинейных элементов. В процессе работы модель постепенно дорабатывалась, в частности в неё были включены тепловые процессы, имеющие место при розжиге и обрыве дуги.

При проверке выполнения системой процессов засыпки руды и переключения напряжения основной упор был сделан на отработку временных задержек и аварийных ситуаций. Здесь потребовалось построение логического дерева работы программы.

Для визуализации работы контроллера и управления им была использована SCADA-система InTouch. Работа происходит в режиме реального времени, что позволяет отрабатывать механизмы, требующиеся для организации автоматизированного рабочего места оператора.

Отладка и модификация реальных промышленных проектов на базе программируемых логических контроллеров позволяют закрепить на практике знания по ключевым дисциплинам, связанным с автоматизацией и управлением: теории автоматического управления, локальным системам управления, моделированию систем. В ходе подобных работ можно выделить несколько стадий: сбор информации о технологическом процессе, составление математической модели, составление программной модели, отладка и верификация работы исходной программы, внесение дополнений и изменений, каждую из которых можно рассматривать как отдельную учебную задачу.